



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO
UNIVERSIDADE DO PORTO

SUPLEMENTAÇÃO NO FUTEBOL: UMA VISÃO ATUAL

SOCCER SUPPLEMENTATION: A CURRENT VIEW

Filipe Campelos de Sousa

Orientação: **Prof. Doutor Vitor Hugo Teixeira**

Revisão Temática

1.º Ciclo em Ciências da Nutrição

Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

Porto, 2017

Resumo

Atualmente, devido ao aumento da exigência e intensidade no futebol de elite, há uma maior preocupação com os fatores otimizadores da performance. Entre estes inclui-se a nutrição, e dentro das estratégias nutricionais, a suplementação.

No seio dos futebolistas adultos, do sexo masculino e de elite, a prevalência do uso de suplementos alimentares ronda os 76%, sendo que a maior parte dos atletas utiliza inclusive mais do que um suplemento.

A procura pela melhor decisão em relação á utilização de suplementos alimentares deve estar sempre assente nos princípios da segurança, eficácia e legalidade.

Com evidência científica mais forte destacam-se a cafeína, creatina, nitrato, bicarbonato e beta-alanina. A sua utilização pode gerar benefícios, quer de forma aguda, quer criando adaptações mais positivas ao treino que possibilitem um melhor desempenho a médio-longo prazo.

Durante um jogo, há um declínio, tanto progressivo como temporário, da capacidade de desempenhar ações físicas e técnicas, e a suplementação pode ajudar a atenuar a indução progressiva da fadiga, assim como potenciar a performance em ações intermitentes de alta intensidade.

Há necessidade de um maior número de estudos envolvendo a utilização conjunta de suplementos, já que, na maior parte dos casos, apenas se avalia o resultado da utilização de apenas um.

A possível contaminação dos suplementos e a grande variabilidade individual na resposta à suplementação são fatores muito importantes a considerar na hora de decisão e escolha do protocolo a administrar.

Palavras-Chave

Futebol; nutrição; suplementos alimentares.

Abstract

Nowadays, due to the increasing demand and intensity in soccer, there is a greater concern about performance optimizing factors. These include nutrition, and within these nutritional strategies, supplementation.

The prevalence of dietary supplement use in elite male footballers is around 76%, and most athletes use more than just one supplement.

Choices pertaining to the use of dietary supplements should always be done based on the principles of safety, efficiency and legality.

The strongest scientific evidence comes from caffeine, creatine, nitrate, bicarbonate and beta-alanine. Their use can cause benefits either acutely or by creating better adaptations to training, allowing an increase in medium to long term performance.

During a game, there is a progressive and temporary decline in the ability to perform physical and technical skills, and supplementation might help mitigate the progressive induction of fatigue, as well as improving performance in intermittent high-intensity actions.

There is a great need of further studies involving supplements combination use, since most of the studies only involve evaluation of one supplement use.

The possible contamination of supplements and the great variability in individual response to supplementation are also very important factors to consider when deciding and choosing the protocol to be administered.

Keywords

Soccer; football; nutrition; dietary supplements.

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Introdução	1
Cafeína.....	3
Creatina.....	5
Nitrato.....	7
Bicarbonato	10
Beta-alanina	12
Conclusões e análise crítica.....	14
Referências Bibliográficas.....	16

Introdução

O futebol é um desporto coletivo altamente exigente, com as mais diversas ações físicas e técnicas. Num jogo de 90 minutos, 70% do tempo é realizado a baixa intensidade, sendo o restante a alta intensidade de forma intermitente (total de 150-250 ações). Habitualmente, a distância total percorrida por um jogador é de 10-13km por jogo, onde ~7-12% dessa distância é realizada a alta intensidade.^(1, 2)

Esta intensidade tem vindo a aumentar⁽²⁾, sendo mesmo um elemento diferenciador entre jogadores de elite⁽³⁾. Apesar de diferentes posições em campo corresponderem a ações e intensidades diferentes⁽²⁾, durante um jogo, a capacidade de realizar esforços de alta intensidade, assim como a distância total percorrida, segue de forma inversamente proporcional ao aumento da fadiga⁽³⁾.

Esta fadiga ocorre, quer temporariamente após curtos períodos de alta intensidade, quer de forma prolongada ao longo do tempo⁽¹⁾. Por isso, para um desempenho ótimo, exige-se uma alta capacidade aeróbia e glicolítica, assim como um sistema bem desenvolvido de ressíntese de fosfocreatina⁽⁴⁾.

Os principais fatores causadores de fadiga e de diminuição da performance relacionados com a nutrição são a depleção das reservas de glicogénio e fosfocreatina muscular, os distúrbios no balanço ácido-base, a desidratação e os distúrbios gastrointestinais⁽⁴⁾.

Uma estratégia nutricional adequada deve ter sempre como base uma dieta e plano nutricional bem delineados, surgindo a suplementação alimentar apenas como forma de otimização destas mesmas estratégias. A indústria e as suas constantes declarações de significativo aumento da performance têm sido também uma das razões para vermos o mundo do desporto e do futebol assoberbado pelos

suplementos alimentares. Em Portugal, no ano de 2008, cerca de 66% dos atletas federados em 13 modalidades utilizava pelo menos um suplemento, sendo com uma mediana de 4 por atleta⁽⁵⁾. A nível internacional, o futebol parece mesmo ser o desporto com maior prevalência mundial no seu uso, a par do culturismo⁽⁶⁾. A motivação para a sua utilização é, na maior parte dos casos, aumentar a performance, acelerar a recuperação, reduzir a fadiga e aumentar a energia⁽⁵⁾.

De acordo com o decreto-lei 118/2015, define-se suplemento alimentar como um “género alimentício que se destina a complementar e ou suplementar o regime alimentar normal, constituindo uma fonte concentrada de determinada substância, nutriente ou outra com efeito nutricional ou fisiológico que pode ser comercializada em várias formas”⁽⁷⁾.

A abordagem correta no que toca à suplementação deve enquadrar-se nos princípios da segurança, eficácia e legalidade, assim como a correta apropriação para o desporto e para o atleta em questão^(8, 9). Além disso, e de acordo com o American College of Sports Medicine⁽⁹⁾, o aconselhamento e decisão deve ser tomada por um profissional qualificado, tal como um nutricionista especializado no desporto, até porque a responsabilidade de um controlo positivo num teste de antidopagem pode também recair sobre ele.

A principal preocupação na atualidade é com a fraca qualidade dos suplementos, já que muitos deles estão contaminados com impurezas ou substâncias proibitivas no desporto e que não estão declaradas no rótulo (cerca de 15%)⁽¹⁰⁾. Para contrariar esta questão, surgiram associações que atestam a qualidade dos produtos e, por isso, é sempre preferível aconselhar a utilização de um suplemento ao qual tenha sido feita análise laboratorial e, de preferência, a todos os lotes.

Esta revisão irá focar os suplementos específicos para performance, sejam estes com o objetivo de reduzir ou atrasar a fadiga, aumentar a disponibilidade de substrato energético, reduzir a percepção de esforço ou controlar o pH⁽¹¹⁾. Nesta categoria, os que possuem evidência científica mais forte para aplicabilidade no futebol são a cafeína, creatina, nitrato, bicarbonato e beta-alanina^(9, 11).

Cafeína

A cafeína é um alcaloide do grupo das xantinas, designado quimicamente como 1,3,7-tri-metilxantina. É encontrada principalmente no café, chá, cacau, bebidas energéticas e fármacos⁽¹²⁾ e, quando consumida através de café ou cápsula, é rapidamente absorvida, aparecendo na corrente sanguínea entre 5 a 15 minutos, com pico entre os 40 e 80 minutos e semivida de 3 a 5 horas^(13, 14).

O principal interesse na sua utilização advém do seu mecanismo de ação como antagonista dos recetores de adenosina. O efeito mais conhecido da adenosina é a diminuição da concentração de alguns neurotransmissores como a serotonina, dopamina, acetilcolina, noradrenalina e glutamato. A cafeína, ao bloquear os recetores, permite uma maior concentração destes neurotransmissores⁽¹⁵⁾, causando efeitos positivos na vigília, sentido de alerta, motivação, atenção ou capacidade motora ⁽¹⁶⁾, sendo este último a via mais direta da cafeína na influência do desempenho muscular. O facto de os recetores de adenosina, para além de estarem presentes no cérebro e tecido adiposo, estarem também no músculo esquelético, faz com que a percepção de dor muscular durante o exercício seja diminuída, já que a contração muscular aumenta a adenosina muscular e esta parece desempenhar funções na percepção natural da dor⁽¹⁷⁾.

Inúmeros estudos têm sido conduzidos com o objetivo de testar os benefícios da cafeína no desporto. Em exercícios de endurance, encontramos melhorias quer em time-trial⁽¹⁸⁻²⁰⁾, quer no tempo até à exaustão^(13, 21, 22).

No que diz respeito à evidência atual em relação ao futebol, dois estudos realizados com baixas doses de cafeína (~3mg/kg de peso corporal) administradas pré-exercício mostraram melhorias na capacidade de *sprint*, de salto (~3%) e na capacidade de atenuar a indução de fadiga^(23, 24), e num deles verificou-se também um aumento na distância total percorrida e na distância percorrida a alta intensidade (30%)⁽²⁴⁾. Com doses moderadas (~6mg/kg de peso corporal), observamos novamente um aumento na capacidade de salto e também na capacidade de precisão do passe⁽²⁵⁾, parecendo também haver melhorias na agilidade⁽²⁶⁾. Apesar destes resultados positivos, houve um trabalho onde nenhum parâmetro registou diferenças estatisticamente significativas⁽²⁷⁾.

A duração de um jogo é de 90 minutos, às vezes com mais 30 de prolongamento e, portanto, é interessante o facto de a cafeína também poder exercer os seus efeitos em períodos mais tardios durante o exercício⁽²⁸⁻³⁰⁾.

A administração em chiclete permite obter os mesmos efeitos comparativamente com a administração em cápsula, mas beneficia de uma ação mais rápida⁽¹⁴⁾.

Outro efeito também importante parece ser a capacidade de aumentar a ressíntese de glicogénio^(31, 32), potenciando a recuperação.

Além dos possíveis problemas relacionados com o sono, nervosismo, ansiedade e distúrbios gastrointestinais⁽¹³⁾, a sua ingestão parece não provocar efeito diurético significativo ou desidratação^(33, 34). Parece também não haver diferenças na performance quer o atleta seja ou não habitualmente consumidor de

cafeína^(19, 35) e, apesar da maior parte dos estudos serem feitos com cafeína em cápsula, os efeitos recorrendo a café ou bebidas aparentam ser os mesmos^(18, 35).

Em suma, a evidência atual aponta para grandes benefícios no uso da cafeína no futebol, essencialmente antes e durante o treino ou jogo, sem grande acréscimo com doses superiores a 3mg/kg de peso corporal⁽³⁶⁾. O maior efeito ergogénico parece ser atribuído ao atenuar da sensação de fadiga, ideal para uma melhor adaptação ao treino e para um desempenho mais eficaz, essencialmente nos últimos minutos de jogo, onde muitos dos jogos e competições se decidem.

A cafeína foi removida em 2004 da lista de substâncias proibitivas da WADA (World Anti-Doping Agency), onde, até então, concentrações urinárias acima dos 12 µg/mL acusavam um controlo positivo.⁽³⁷⁾

Em termos de segurança, a grande maioria dos estudos não justifica a relação negativa entre o consumo habitual de café (3-8 cafés por dia) e a saúde, aliás, parece até capaz haver diminuição do risco de desenvolvimento de diabetes tipo II.⁽³⁸⁾ Mas, é importante distinguir café de cafeína, e, parece existir um efeito negativo na sensibilidade à insulina causado pelo consumo isolado de cafeína.⁽³⁹⁾

Creatina

A creatina é um composto sintetizado endogenamente a partir dos aminoácidos arginina, metionina e glicina, podendo também ser obtido através da alimentação (1-2g), essencialmente, através da ingestão de carnes ou pescado. Localiza-se predominantemente no tecido muscular (~95%), quer sob a sua forma livre (40%), quer fosforilada, denominada fosfocreatina (60%). A sua principal função metabólica é a rápida regeneração de ATP a nível intracelular, sendo,

portanto, uma fonte de energia essencial em exercícios de alta intensidade e de curta duração, como *sprints*.⁽⁴⁰⁾

Com uma dieta normal, as reservas musculares de creatina estão a 60-80% do seu nível de saturação, por isso, o objetivo da suplementação é saturar por completo essas reservas, permitindo uma acelerada ressíntese de ATP e, conseqüentemente, uma melhor recuperação entre ações que requerem a sua rápida mobilização, melhorando desta forma a performance. A forma monohidratada é a mais utilizada e parece mesmo ser a mais eficaz para se conseguir o efeito pretendido.⁽⁴¹⁾

No que diz respeito ao protocolo de utilização, o método mais rápido para maximizar as reservas musculares de creatina é realizando uma fase de carga (5-7 dias com 5g ou ~0,3g por kg de peso, distribuindo equitativamente por 4 doses), permitindo um aumento de cerca de 20-40% de creatina total no músculo, seguido de uma fase de manutenção com 3-5g por dia (embora os atletas possam beneficiar de valores entre os 5-10g⁽⁴¹⁾). Como alternativa, podemos obter efeitos idênticos de retenção muscular no final de 28 dias com apenas uma toma diária de 3g⁽⁴²⁾.

Há uma grande variedade individual na resposta à suplementação, que depende essencialmente do valor inicial de creatina muscular, que varia bastante, assim como da quantidade de fibras tipo II⁽⁴³⁾. Para maximizar a retenção, sugere-se a co-ingestão de creatina com hidratos de carbono ou hidratos de carbono e proteína⁽⁴⁴⁾, preferencialmente antes ou após o treino⁽⁴⁵⁾.

A creatina surge comumente associada a ganhos de massa e força muscular e a desportos cujo output de força e potência desempenhe um papel importante, sendo inclusive, neste ano de 2017, considerada pelo JISSN, o

suplemento mais eficaz para aumento da capacidade em exercícios de alta intensidade e aumento de massa magra⁽⁴¹⁾.

O futebol, como já referido nesta revisão, por ser uma mistura de tipos de exercícios e ações, acaba por ver redobrado o interesse na creatina. Os estudos realizados com jogadores mostraram melhorias em séries de *sprints*, capacidade de atenuar a diminuição da força de salto e potência⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾ e ainda melhorias no drible e impulsão⁽⁴⁸⁾, ou seja, ações que requerem força, potência, e que recorrem ao fosfato de creatina como predominante fonte de produção de ATP.

Além dos efeitos referidos na performance, a creatina pode também potenciar a recuperação, através do seu papel significativo na aceleração da reposição dos níveis de glicogénio muscular após a sua depleção^(49, 50).

Não há ainda evidência que justifique as preocupações com as questões da função renal, câibras, desidratação, temperatura corporal e frequência cardíaca, sendo mesmo declarado pelo JISSN, na sua mais recente tomada de posição acerca da creatina, como "... não só segura, mas com inúmeros benefícios terapêuticos reportados em populações saudáveis ou doentes desde crianças a idosos."⁽⁴¹⁾ No entanto, o aumento de peso quase sempre registado aquando da suplementação⁽⁴¹⁾ continua a ser algo a ter em conta, muito embora o aumento de performance seja na mesma verificado na maioria das vezes.

Nitrato

O objetivo da suplementação com nitrato é potenciar a geração de monóxido de azoto. O monóxido de azoto pode ser produzido por duas vias. A primeira, através da oxidação da L-arginina, mediada por enzimas da família da NO sintase, resultando na produção endógena de nitrato e nitrito. A outra, pela via de redução

de nitrato e nitrito a monóxido de azoto, cuja importância se remete para as condições onde não há disponibilidade de oxigénio (essencial para a atividade das enzimas acima descritas).⁽⁵¹⁾

Além disso, as reservas de nitrato e nitrito podem ser aumentadas pela alimentação, particularmente através do consumo de hortícolas como beterraba, alface, espinafre, rúcula, aipo ou agrião, que tipicamente contêm mais de 250mg (4mmol) de nitrato por 100g de peso em fresco.⁽⁵²⁾

Como o nitrato proveniente da alimentação é considerado um composto inerte, é necessária a sua redução a nitrito pelas bactérias anaeróbias presentes na língua para que o nitrito sirva como substrato para a produção de monóxido de azoto. O pico de concentração plasmática de nitrato e nitrito é de 1-2h e 2-3h, respetivamente, retornando a valores basais após cerca de 24h.⁽⁵³⁾

O exercício, situação em que há baixa disponibilidade de oxigénio e baixo pH, potencia a transformação do nitrito circulante a monóxido de azoto, sendo este capaz de desempenhar importantes funções musculares como regulação do fluxo sanguíneo, contractilidade, homeostase da glicose e do cálcio, e ainda respiração e biogénese mitocondrial, podendo desta forma melhorar a eficiência e desempenho no exercício, assim como levar a uma maior resistência à fadiga.⁽⁵¹⁾

O primeiro estudo a evidenciar melhorias na performance com suplementação em nitrato foi liderado por Larsen⁽⁵⁴⁾, mostrando que 3 dias de suplementação elevavam a concentração plasmática de nitrito em 82% e reduziam a pressão sistólica e diastólica, assim como o custo de O₂ do exercício em 5%.

Como a maior parte dos estudos que apresenta melhorias na performance são aplicados a exercícios de endurance⁽⁵⁵⁾, procurou-se também mostrar a capacidade ergogénica do nitrato em exercícios intermitentes de alta intensidade.

Em 2013, um estudo⁽⁵⁶⁾ mostrou que, suplementando com sumo de beterraba concentrado durante ~30 horas (490ml e 30mmol de nitratos divididos em várias tomas), se podia obter melhorias no desempenho (4,2%) no teste de Yo-Yo IR1, cuja aplicação se aproxima ao desempenho físico no futebol⁽⁵⁷⁾. Mais recentemente, Thompson e seus colaboradores⁽⁵⁸⁾ mostraram também melhorias de 3,9% na performance no mesmo teste, assim como um outro trabalho liderado por Nyakayiru⁽⁵⁹⁾, com 32 jogadores amadores de futebol, mostrou um aumento de 3,4%, na mesma no teste de Yo-Yo IR1, após ingestão diária de 140ml de sumo de beterraba (800mg de nitratos e ~12,9mmol) dividido em duas tomas durante 6 dias.

Apesar de a suplementação com uma baixa dose de nitrato (3mmol) aumentar a concentração plasmática de nitrato e nitrito, parece ser necessária uma dose maior (6mmol) para reduzir o VO_2 associado ao exercício⁽⁶⁰⁾.

Quanto à utilização de forma aguda ou crónica, 15 dias de suplementação (~5,2mmol por dia) apresentam vantagens relativamente à toma aguda em termos de pico de força e de redução da pressão arterial, apesar de também haver redução do VO_2 durante o exercício aquando de uma ingestão aguda (~2h30min antes)⁽⁶¹⁾.

O protocolo aconselhado passa pela ingestão de 5-9 mmol de nitrato por dia durante 2-6 dias (ou até 15 dias) antes de, por exemplo, um jogo, sendo que a última dose deverá ser 1h30 antes. ⁽⁵¹⁾

A evidência atual parece promissora quanto à utilização do nitrato como suplemento alimentar potenciador da performance no futebol, porém, há ainda alguma ressalva suscitada pelo facto de os atletas de elite parecerem ter menor suscetibilidade à sua utilização⁽⁶²⁾ e pelo facto de serem necessários mais estudos para assegurar a segurança aquando de uma exposição crónica. Apesar disso, parece ser consensual que, se a suplementação em nitrato for através da utilização

de produtos hortícolas, como sumo concentrado de beterraba, muito provavelmente não trará prejuízo para a saúde⁽⁵¹⁾. Contudo, uma meta-análise de 2017⁽⁶³⁾ reportou alguns efeitos adversos como urina ou fezes avermelhadas em três estudos, intolerância num e ligeiros sintomas gastrointestinais noutro.

Bicarbonato

Como mencionado no início desta revisão, o distúrbio do balanço ácido-base é um dos muitos fatores que condiciona a performance e que contribui para o aparecimento da fadiga. No caso particular do futebol e dos exercícios de alta intensidade de curta duração, a acumulação de iões hidrogénio causa acidificação muscular (passando geralmente de pH 7,1 a 6,5), sendo esta uma das várias causas associadas ao desenvolvimento da fadiga.⁽⁶⁴⁾

O balanço ácido-base muscular é regulado maioritariamente por tampões intracelulares, extracelulares e dinâmicos. A nível extracelular, é principalmente o bicarbonato responsável por amortecer os iões H^+ , atenuando a descida do pH.⁽⁶⁴⁾

Tanto o bicarbonato de sódio como o citrato de sódio têm sido alvo de estudos para avaliar o seu efeito como agentes alcalinizantes no desporto e, uma meta-análise⁽⁶⁵⁾, em 2011, veio concluir a preferência pela ingestão de bicarbonato. Doses de 0,3g/kg de peso corporal traduzem melhorias de 2% na performance em exercícios de curta duração (~1minuto), com eficácia acrescida no aumento da dose e com a repetição de *sprints*, e redução de benefícios em não-atletas e em exercícios de duração ≥ 10 minutos.

Em condições normais, a concentração de bicarbonato circulante é de 23 a 27mmol/L⁽⁶⁴⁾ e a suplementação, com 0,3g/kg de bicarbonato de sódio, tem provado ser eficaz no aumento destes níveis em cerca de 3,9 mmol/L, assim como em provocar alcalose no sangue, com uma média de aumento de ~0,069 no pH⁽⁶⁵⁾.

O impacto da ingestão de bicarbonato de sódio na performance parece ser mais pronunciado em exercícios onde haja grande predominância das vias anaeróbicas para produção de energia.⁽⁶⁶⁾

O protocolo comum passa por, 1-2 horas antes, ingerir cerca de 0,3g/kg de peso corporal de bicarbonato de sódio, através, por exemplo, do produto de cozinha. Só que, os efeitos adversos a nível gastrointestinal (como náuseas, dor de estômago ou até vômitos ou diarreia) levam à necessidade de procurar protocolos alternativos.⁽⁶⁷⁾ E, neste sentido, um estudo liderado por Carr⁽⁶⁸⁾ propõe a estratégia de diluição da dose em três tomas num período mais longo (120-150min antes), acompanhada por uma refeição rica em hidratos de carbono (1,5g/kg de peso corporal) e algum fluido (7ml/kg de peso corporal), para resultados semelhantes na capacidade de alcalinização do sangue, reduzindo a ocorrência de sintomas gastrointestinais. Outra forma de minimizar estes sintomas pode ser com a ingestão em vários dias, administração crónica ou divisão da dose.⁽⁶⁴⁾ Mesmo ultrapassando o desconforto gastrointestinal, há ainda a questão do ganho de peso associado à temporária retenção de fluidos ou híper-hidratação induzida pela grande quantidade de sódio (~6g num indivíduo de 70kg) aquando da suplementação.⁽⁶⁶⁾

Em 2015, um estudo liderado por Krstrup⁽⁶⁹⁾ evidenciou melhorias significativas na performance no teste de Yo-Yo IR2⁽⁷⁰⁾ após a ingestão de 0,4g/kg de peso corporal de bicarbonato. Neste trabalho, a percepção de esforço a meio do teste era menor no grupo testado do que no grupo controlo. Por isso, é interessante verificar que este aumento de performance parece indicar uma maior resistência à fadiga em indivíduos treinados e em ambiente de alta intensidade intermitente.

A grande variabilidade individual na resposta ao bicarbonato⁽⁷¹⁾, o facto dos efeitos adversos a nível gastrointestinal poderem ser prejudiciais na performance,

assim como a falta de estudos concretos com jogadores de futebol, obriga a futuros trabalhos para se definir a estratégia ótima para a sua utilização neste desporto.

No que diz respeito à segurança da sua utilização crónica, não parece existir evidência que sugira efeitos adversos a longo prazo, tanto em contexto desportivo, como clínico. ⁽⁶⁶⁾

Beta-alanina

A beta-alanina é um aminoácido produzido endogenamente no fígado humano, embora também obtido pela alimentação através do consumo de carnes, especialmente frango. O interesse da suplementação com beta-alanina é o aumento dos níveis musculares de carnosina (di-péptido formado por L-histidina e beta-alanina, sendo a beta-alanina o fator-limitante para a sua síntese)⁽⁷²⁾. A suplementação oral em carnosina é ineficaz no aumento dos seus níveis musculares já que é metabolizada antes de poder chegar ao músculo.⁽⁷³⁾

Apesar de um estudo recente⁽⁷⁴⁾ mostrar aumentos até às 24 semanas, ainda não foi identificado um limite máximo de concentração muscular de carnosina, mas, sabe-se que, doses de 4 a 6g por dia de beta-alanina são eficazes num aumento de 64% após 6 semanas⁽⁷⁵⁾ e até 80% após 10 semanas⁽⁷⁶⁾.

Há uma grande variabilidade individual na resposta, que depende do conteúdo inicial de carnosina e da composição das fibras musculares.⁽⁷²⁾ Atletas envolvidos em treino de resistências ou de alta intensidade são os que já possuem os níveis mais aumentados.⁽⁷²⁾ Contudo, a suplementação é na mesma eficaz no aumento dos níveis de carnosina, assim como tanto em indivíduos treinados como não treinados, apesar de o efeito em treinados ser menor.⁽⁷⁷⁾ Para aumentar a eficácia, aconselha-se a coingestão com uma refeição.⁽⁷⁸⁾

Os tampões intracelulares são a primeira linha de defesa para a acumulação de H^+ e, a carnosina, prova ser eficaz em atenuar as descidas de pH induzidas pelo exercício⁽⁷⁹⁾. Além disso, pode atuar também como antioxidante, através do seu papel quelante de metais de transição e de expulsão de radicais livres.⁽⁷²⁾

A suplementação em beta-alanina tem sido consistente na elevação dos níveis de carnosina muscular, levando a melhorias na performance em exercícios de alta intensidade e/ou na qualidade do treino em atletas de força e potência.⁽⁷⁷⁾

Hoffman orientou um estudo com jogadores de futebol universitários⁽⁸⁰⁾ onde a suplementação mostrou uma tendência de diminuição na taxa de fadiga, assim como maiores volumes de treino e menor percepção individual de fadiga. Um outro trabalho também com jogadores de futebol⁽⁸¹⁾, mas amadores, evidenciou melhorias de 34,3% no teste YoYo IR2⁽⁷⁰⁾, permitindo reforçar o efeito da beta-alanina na melhoria das condições que proporcionam um melhor desempenho em atividades de intensidade idêntica à do futebol.

Um outro estudo com beta-alanina⁽⁸²⁾ veio mostrar algo também interessante: após 110 minutos a pedalar, os participantes realizaram 10 minutos em contrarrelógio e 30 segundos em *sprint*. O grupo suplementado, nesse *sprint* final, mostrou um aumento de 11,4% na potência máxima e 5% na potência média.

Os níveis aumentados de carnosina parecem atenuar a acumulação de fadiga, permitindo que seja imposta a força e potência necessárias para as ações de alta intensidade, como *sprints* ou saltos. A utilidade da suplementação em beta-alanina, mais do que apenas em contexto de jogo, parece conveniente para aumentos no volume de treino, possibilitando melhores adaptações.

Como protocolo de suplementação sugere-se uma dose crónica de 4-6g por dia, dividida em doses de 2g ou menos, resultando em aumentos na concentração

muscular de carnosina de 20-30% e 40-60% em duas e quatro semanas, respetivamente, retornando a valores basais, após 6 a 15 semanas.⁽⁷²⁾ A dose ótima para manutenção dos níveis elevados parece ser de 1,2g por dia.⁽⁸³⁾

O JISSN, na sua mais recente tomada de posição acerca da beta-alanina⁽⁷²⁾, vem afirmar a suplementação como aparentemente segura em populações saudáveis. A parestesia ou “formigueiro”, na cara, pescoço, e parte de trás das mãos, apesar de não parecer ser prejudicial em termos de saúde, pode ocorrer aquando da suplementação com doses únicas mais altas (>800mg numa fórmula não sustentada). Por isso, para atenuar os sintomas, é proposta a suplementação com doses mais baixas ou numa fórmula de libertação sustentada.⁽⁸⁴⁾

Conclusões e análise crítica

A primeira grande preocupação com a suplementação no futebol deve ser sempre a segurança do suplemento. Não só pela questão de poder ou não prejudicar a saúde, mas também, e principalmente no futebol de elite, com o apertado controlo de antidopagem. Em Portugal, por exemplo, na primeira liga, são realizadas no mínimo duas ações antidopagem por jornada.⁽⁸⁵⁾ Pelo perigo já mencionado de contaminação e presença de substâncias não rotuladas em muitos dos suplementos, é essencial priorizar a segurança, já que, um controlo positivo pode mesmo manchar toda uma carreira de um desportista de elite.

Assumindo que determinado produto é seguro, é necessário analisar de forma cuidada todos os possíveis benefícios e prejuízos da sua utilização. Mas, primeiro, é pertinente ter em conta que: grande parte da evidência científica atual assenta em estudos onde o grupo testado é apenas sujeito à intervenção com um suplemento, mas, grande parte dos atletas de elite utiliza bem mais do que um simultaneamente⁽⁸⁶⁾, o que leva a que o resultado da combinação do uso de vários

não seja, aparentemente, igual à de apenas um. Por isso, há necessidade de mais trabalhos capazes de avaliar a interação na combinação de suplementos. Outro fator crucial é entender a variabilidade inter e intraindividual na resposta à suplementação e ao protocolo utilizado nos ensaios clínicos em que se avalia atividade física ou resposta a um protocolo de exercício. Por isso, é preciso o cuidado para perceber que a variação pode dever-se à suplementação, como também à possível variação diária normal no resultado da performance.⁽¹¹⁾ Além disto, é importante ressaltar que a maior parte da evidência atual é baseada em não atletas ou atletas amadores, e a aplicação de determinada estratégia nutricional num atleta de elite pode trazer resultados diferentes.⁽¹¹⁾ Fica também a necessidade de mais análises à eficácia da utilização sucessiva de um suplemento, procurando respostas para efeitos de dessensibilização ou do acumular de fadiga resultante do aumento da performance.⁽¹¹⁾ Não podemos menosprezar ainda o efeito placebo que muitas das vezes pode surgir associado à utilização de um suplemento com determinado alegado efeito ergogénico, maior do que o efeito da suplementação por si só⁽⁸⁷⁾.

Em jeito de conclusão, a evidência atual apresenta vários benefícios para a utilização individual de cafeína, creatina, nitrato, bicarbonato ou beta-alanina como suplementos no contexto do futebol. Mas, a decisão da sua utilização deve ser sempre tomada por um profissional especializado capaz de avaliar se o possível interesse e benefício é bastante superior ao prejuízo, optando dessa forma pela melhor decisão e estratégia de utilização.

Referências Bibliográficas

1. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci.* 2006; 24(7):665-74.
2. Bush M, Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bradley PS. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. *Hum Mov Sci.* 2015; 39:1-11.
3. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci.* 2003; 21(7):519-28.
4. Mujika I, Burke LM. Nutrition in team sports. *Annals of nutrition & metabolism.* 2010; 57 Suppl 2:26-35.
5. Sousa M, Fernandes MJ, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements usage by Portuguese athletes. *Int J Vitam Nutr Res.* 2013; 83(1):48-58.
6. Knapik JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS, Austin KG, Farina EK, Lieberman HR. Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2016; 46(1):103-23.
7. Decreto-Lei nº118/2015 de 23 de junho do Ministério da Agricultura e do Mar. [citado em: 21 de abril de 2017]. Disponível em: <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/genericos?generico=15124603&cboui=15124603>.
8. Burke L, L. C. Dietary supplements and nutritional ergogenic aids. In: Burke LM DV, editor. *Clinical Sports Nutrition*, Fifth Edition. McGraw-Hill Australia; 2015. p. 493–582.
9. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016; 116(3):501-28.
10. Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schanzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *Int J Sports Med.* 2004; 25(2):124-9.
11. Burke LM. Practical Issues in Evidence-Based Use of Performance Supplements: Supplement Interactions, Repeated Use and Individual Responses. *Sports Med.* 2017; 47(Suppl 1):79-100.
12. Nawrot P, Jordan S, Eastwood J, Rotstein J, Hugenholtz A, Feeley M. Effects of caffeine on human health. *Food Addit Contam.* 2003; 20(1):1-30.
13. Graham TE, Spriet LL. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J Appl Physiol* (1985). 1995; 78(3):867-74.
14. Kamimori GH, Karyekar CS, Otterstetter R, Cox DS, Balkin TJ, Belenky GL, et al. The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. *International journal of pharmaceutics.* 2002; 234(1-2):159-67.
15. Fredholm BB. Astra Award Lecture. Adenosine, adenosine receptors and the actions of caffeine. *Pharmacol Toxicol.* 1995; 76(2):93-101.
16. Meeusen R, Watson P, Hasegawa H, Roelands B, Piacentini MF. Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports Med.* 2006; 36(10):881-909.
17. Salamone JD, Farrar AM, Font L, Patel V, Schlar DE, Nunes EJ, et al. Differential actions of adenosine A1 and A2A antagonists on the effort-related effects of dopamine D2 antagonism. *Behav Brain Res.* 2009; 201(1):216-22.
18. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J Appl Physiol* (1985). 2002; 93(3):990-9.

19. Irwin C, Desbrow B, Ellis A, O'Keeffe B, Grant G, Leveritt M. Caffeine withdrawal and high-intensity endurance cycling performance. *J Sports Sci.* 2011; 29(5):509-15.
20. Desbrow B, Biddulph C, Devlin B, Grant GD, Anoopkumar-Dukie S, Leveritt MD. The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance. *J Sports Sci.* 2012; 30(2):115-20.
21. Costill DL, Dalsky GP, Fink WJ. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med Sci Sports.* 1978; 10(3):155-8.
22. Ivy JL, Costill DL, Fink WJ, Lower RW. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med Sci Sports.* 1979; 11(1):6-11.
23. Gant N, Ali A, Foskett A. The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20(3):191-7.
24. Del Coso J, Munoz-Fernandez VE, Munoz G, Fernandez-Elias VE, Ortega JF, Hamouti N, et al. Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. *PLoS One.* 2012; 7(2):e31380.
25. Foskett A, Ali A, Gant N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009; 19(4):410-23.
26. Jordan JB, Korgaokar A, Farley RS, Coons JM, Caputo JL. Caffeine supplementation and reactive agility in elite youth soccer players. *Pediatr Exerc Sci.* 2014; 26(2):168-76.
27. Andrade-Souza VA, Bertuzzi R, de Araujo GG, Bishop D, Lima-Silva AE. Effects of isolated or combined carbohydrate and caffeine supplementation between 2 daily training sessions on soccer performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015; 40(5):457-63.
28. Cox GR, Desbrow B, Montgomery PG, Anderson ME, Bruce CR, Macrides TA, et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *Journal of Applied Physiology.* 2002; 93(3):990-99.
29. Talanian JL, Spriet LL. Low and moderate doses of caffeine late in exercise improve performance in trained cyclists. *Appl Physiol Nutr Me.* 2016; 41(8):850-55.
30. Hogervorst E, Bandelow S, Schmitt J, Jentjens R, Oliveira M, Allgrove J, et al. Caffeine Improves Physical and Cognitive Performance during Exhaustive Exercise. *Med Sci Sport Exer.* 2008; 40(10):1841-51.
31. Pedersen DJ, Lessard SJ, Coffey VG, Churchley EG, Wootton AM, Ng T, et al. High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. *Journal of Applied Physiology.* 2008; 105(1):7-13.
32. Taylor C, Higham D, Close GL, Morton JP. The effect of adding caffeine to postexercise carbohydrate feeding on subsequent high-intensity interval-running capacity compared with carbohydrate alone. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011; 21(5):410-6.
33. Zhang Y, Coca A, Casa DJ, Antonio J, Green JM, Bishop PA. Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2015; 18(5):569-74.
34. Killer SC, Blannin AK, Jeukendrup AE. No evidence of dehydration with moderate daily coffee intake: a counterbalanced cross-over study in a free-living population. *PLoS One.* 2014; 9(1):e84154.
35. Hodgson AB, Randell RK, Jeukendrup AE. The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS One.* 2013; 8(4):e59561.
36. Spriet LL. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. *Sports Med.* 2014; 44 Suppl 2:S175-84.
37. Burke LM. Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008; 33(6):1319-34.
38. Tarnopolsky MA. Caffeine and creatine use in sport. *Annals of nutrition & metabolism.* 2010; 57 Suppl 2:1-8.

39. Robinson LE, Savani S, Battram DS, McLaren DH, Sathasivam P, Graham TE. Caffeine ingestion before an oral glucose tolerance test impairs blood glucose management in men with type 2 diabetes. *J Nutr*. 2004; 134(10):2528-33.
40. Brosnan ME, Brosnan JT. The role of dietary creatine. *Amino Acids*. 2016; 48(8):1785-91.
41. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine [journal article]. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017; 14(1):18.
42. Hultman E, Soderlund K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL. Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol* (1985). 1996; 81(1):232-7.
43. Twycross-Lewis R, Kilduff LP, Wang G, Pitsiladis YP. The effects of creatine supplementation on thermoregulation and physical (cognitive) performance: a review and future prospects. *Amino Acids*. 2016; 48(8):1843-55.
44. Steenge GR, Simpson EJ, Greenhaff PL. Protein- and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *J Appl Physiol* (1985). 2000; 89(3):1165-71.
45. Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38(11):1918-25.
46. Mujika I, Padilla S, Ibanez J, Izquierdo M, Gorostiaga E. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(2):518-25.
47. Claudino JG, Mezencio B, Amaral S, Zanetti V, Benatti F, Roschel H, et al. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. *J Int Soc Sports Nutr*. 2014; 11:32.
48. Ostojic SM. Creatine supplementation in young soccer players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2004; 14(1):95-103.
49. Roberts PA, Fox J, Peirce N, Jones SW, Casey A, Greenhaff PL. Creatine ingestion augments dietary carbohydrate mediated muscle glycogen supercompensation during the initial 24 h of recovery following prolonged exhaustive exercise in humans. *Amino Acids*. 2016; 48(8):1831-42.
50. van Loon LJ, Murphy R, Oosterlaar AM, Cameron-Smith D, Hargreaves M, Wagenmakers AJ, et al. Creatine supplementation increases glycogen storage but not GLUT-4 expression in human skeletal muscle. *Clin Sci (Lond)*. 2004; 106(1):99-106.
51. Jones AM. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Med*. 2014; 44 Suppl 1:S35-45.
52. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agr*. 2006; 86(1):10-17.
53. Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S, Okorie M, Aboud Z, Misra S, et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. *Hypertension* (Dallas, Tex : 1979). 2008; 51(3):784-90.
54. Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol (Oxf)*. 2007; 191(1):59-66.
55. Hoon MW, Johnson NA, Chapman PG, Burke LM. The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2013; 23(5):522-32.
56. Wylie LJ, Mohr M, Krstrup P, Jackman SR, Ermiotadis G, Kelly J, et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2013; 113(7):1673-84.
57. Krstrup P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35(4):697-705.

58. Thompson C, Vanhatalo A, Jell H, Fulford J, Carter J, Nyman L, et al. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide*. 2016; 61:55-61.
59. Nyakayiru J, Jonvik KL, Trommelen J, Pinckaers PJ, Senden JM, van Loon LJ, et al. Beetroot Juice Supplementation Improves High-Intensity Intermittent Type Exercise Performance in Trained Soccer Players. *Nutrients*. 2017; 9(3)
60. Wylie LJ, Ortiz de Zavallos J, Isidore T, Nyman L, Vanhatalo A, Bailey SJ, et al. Dose-dependent effects of dietary nitrate on the oxygen cost of moderate-intensity exercise: Acute vs. chronic supplementation. *Nitric Oxide*. 2016; 57:30-9.
61. Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR, DiMenna FJ, Pavey TG, Wilkerson DP, et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2010; 299(4):R1121-31.
62. Jonvik KL, Nyakayiru J, van Loon LJ, Verdijk LB. Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation? *J Appl Physiol (1985)*. 2015; 119(6):759-61.
63. McMahon NF, Leveritt MD, Pavey TG. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2017; 47(4):735-56.
64. Lancha Junior AH, Painelli Vde S, Saunders B, Artioli GG. Nutritional Strategies to Modulate Intracellular and Extracellular Buffering Capacity During High-Intensity Exercise. *Sports Med*. 2015; 45 Suppl 1:S71-81.
65. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. *Sports Med*. 2011; 41(10):801-14.
66. Siegler JC, Marshall PW, Bishop D, Shaw G, Green S. Mechanistic Insights into the Efficacy of Sodium Bicarbonate Supplementation to Improve Athletic Performance. *Sports Med Open*. 2016; 2(1):41.
67. Burke LM. Practical considerations for bicarbonate loading and sports performance. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2013; 75:15-26.
68. Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on [HCO₃⁻], pH, and gastrointestinal symptoms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011; 21(3):189-94.
69. Krstrup P, Ermidis G, Mohr M. Sodium bicarbonate intake improves high-intensity intermittent exercise performance in trained young men. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015; 12:25.
70. Krstrup P, Mohr M, Nybo L, Jensen JM, Nielsen JJ, Bangsbo J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2006; 38(9):1666-73.
71. Saunders B, Sale C, Harris RC, Sunderland C. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014; 9(4):627-32.
72. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C, et al. International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2015; 12:30.
73. Gardner ML, Illingworth KM, Kelleher J, Wood D. Intestinal absorption of the intact peptide carnosine in man, and comparison with intestinal permeability to lactulose. *J Physiol*. 1991; 439:411-22.
74. Saunders B, V DESP, LF DEO, V DAES, RP DAS, Riani L, et al. Twenty-four Weeks of beta-Alanine Supplementation on Carnosine Content, Related Genes, and Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2017; 49(5):896-906.
75. Harris RC, Tallon MJ, Dunnett M, Boobis L, Coakley J, Kim HJ, et al. The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids*. 2006; 30(3):279-89.

76. Tallon MJ, Harris RC, Boobis LH, Fallowfield JL, Wise JA. The carnosine content of vastus lateralis is elevated in resistance-trained bodybuilders. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(4):725-9.
77. Saunders B, Elliott-Sale K, Artioli GG, Swinton PA, Dolan E, Roschel H, et al. beta-alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017; 51(8):658-69.
78. Stegen S, Blancquaert L, Everaert I, Bex T, Taes Y, Calders P, et al. Meal and beta-alanine coingestion enhances muscle carnosine loading. *Med Sci Sports Exerc.* 2013; 45(8):1478-85.
79. Baguet A, Koppo K, Pottier A, Derave W. Beta-alanine supplementation reduces acidosis but not oxygen uptake response during high-intensity cycling exercise. *European journal of applied physiology.* 2010; 108(3):495-503.
80. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, et al. Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players. *Nutr Res.* 2008; 28(1):31-5.
81. Saunders B, Sunderland C, Harris RC, Sale C. beta-alanine supplementation improves YoYo intermittent recovery test performance. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012; 9(1):39.
82. Van Thienen R, Van Proeyen K, Vanden Eynde B, Puype J, Lefere T, Hespel P. Beta-alanine improves sprint performance in endurance cycling. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(4):898-903.
83. Stegen S, Bex T, Vervaet C, Vanhee L, Achten E, Derave W. beta-Alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels. *Med Sci Sports Exerc.* 2014; 46(7):1426-32.
84. Blancquaert L, Everaert I, Derave W. Beta-alanine supplementation, muscle carnosine and exercise performance. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2015; 18(1):63-70.
85. Informação Antidopagem [website]. ADoP - Autoridade Antidopagem de Portugal | © 2013 Instituto Português do Desporto e Juventude, I.P.: Autoridade Antidopagem de Portugal: ADoP. [citado em: 15 de junho de 2017]. Disponível em: <http://www.adop.pt/informacao-educacao/informacao-antidopagem/faq.aspx>.
86. Tscholl P, Junge A, Dvorak J. The use of medication and nutritional supplements during FIFA World Cups 2002 and 2006. *Br J Sports Med.* 2008; 42(9):725-30.
87. Saunders B, de Oliveira LF, da Silva RP, de Salles Painelli V, Goncalves LS, Yamaguchi G, et al. Placebo in sports nutrition: a proof-of-principle study involving caffeine supplementation. *Scand J Med Sci Sports.* 2016